

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273717

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

H01M 10/39

H01M 10/50

(21)Application number : 10-078853

(71)Applicant : CHUBU ELECTRIC POWER CO INC  
NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 26.03.1998

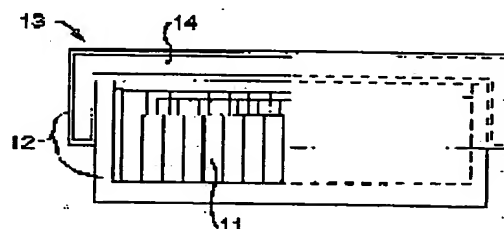
(72)Inventor : HIRAMATSU MASAYOSHI  
SAKABE TETSUYA  
TAMAKOSHI TOMIO

## (54) TEMPERATURE CONTROL SYSTEM OF SODIUM-SULFUR BATTERY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a temperature control system capable of efficiently operating at an output larger than the rated output by previously setting the heat dissipation of a vacuum heat insulating container suitable for operation according to an operation program.

**SOLUTION:** The temperature control system uses a vacuum heat insulating container 12 for housing a sodium-sulfur battery, having double wall surface structure with a pressure adjusting space 14 capable of adjusting the degree of vacuum. The heat dissipation of the vacuum heat insulating container 12 is controlled by controlling the degree of vacuum of the pressure control space 14. Preferably, the degree of vacuum of the pressure adjusting space 14 is reduced during the discharge of the sodium-sulfur battery and the degree of vacuum in the pressure adjusting space 14 is raised during charge.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2931581

[Date of registration] 21.05.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-273717

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 M 10/39  
10/50

識別記号

F I

H 0 1 M 10/39  
10/50

C

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-78853

(22) 出願日 平成10年(1998)3月26日

(71) 出願人 000213297

中部電力株式会社

愛知県名古屋市東区東新町1番地

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 平松 正義

愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地の1 中部電力株式会社電気利用技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 一平

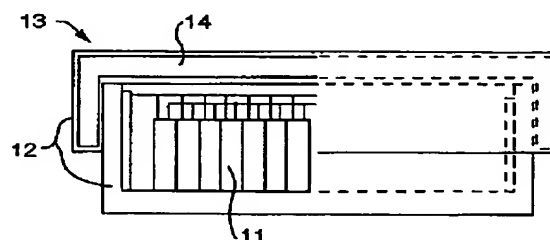
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナトリウム-硫黄電池の温度制御システム

(57) 【要約】

【課題】 運転に適した真空断熱容器の放熱性を、運転プログラムに合わせて、予め設定しておくことにより、効率的に定格出力よりも大きな出力での運転を可能とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システムを提供する。

【解決手段】 ナトリウム-硫黄電池の温度制御システムは、ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器12として、真空度の調節が可能な調圧空間14を有する二重壁面構造を有するものを使用し、放電出力と運転サイクルに従って、調圧空間14の真空度を制御することにより、真空断熱容器12の放熱性を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、

当該ナトリウム-硫黄電池の放電出力と運転サイクルに従って、当該調圧空間の真空度を制御することにより、当該真空断熱容器の放熱性を制御することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項2】 当該ナトリウム-硫黄電池の放電時には当該調圧空間の真空度を下げた状態とし、充電時には当該調圧空間の真空度を上げた状態とすることを特徴とする請求項1記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項3】 当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの第二休止段階終了時における電池温度を、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接させることを特徴とする請求項1または2記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項4】 当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの当該第二休止段階における温度変化から、当該第二休止段階終了時の到達温度を予測し、

当該到達温度が、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接するように、当該第二休止段階において当該調圧空間の真空度を調節することを特徴とする請求項1または2記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項5】 当該ナトリウム-硫黄電池を、標準運転する場合、もしくは高出力運転する場合、または高出力運転と標準運転とを組み合わせ運転する場合に用いることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ナトリウム-硫黄電池を効率的に、かつ定格出力より大きな出力での運転を可能とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ナトリウム-硫黄電池（以下、「NaS電池」という）は、陰極活物質である熔融金属ナトリウムと、陽極活物質である熔融硫黄とを、ナトリウムイオンに対して選択的な透過性を有するβ-アルミナ固体電解質で隔離して配し、通常280～370℃で作動させる充放電が可能な高温二次電池であり、近年、大規模

な電力貯蔵/供給システムとしての実用化に期待が高まっている。

【0003】 NaS電池にあつては、放電時に熔融ナトリウムが電子を放出してナトリウムイオンとなり、これが固体電解質内を透過して陽極側に移動し、硫黄及び外部回路から供給される電子と反応して多硫化ナトリウムを生成し、一方、充電時には、放電とは逆に多硫化ナトリウムからナトリウムおよび硫黄が生成する反応が起こる。

【0004】 ここで、上記多硫化ナトリウムの生成反応は発熱反応であるため、放電時における総発熱量は、通電電流および内部抵抗によって決まるジュール熱と多硫化ナトリウムの生成反応による化学発熱量とを足した熱量となる。反対に、多硫化ナトリウムからナトリウムおよび硫黄が生成する反応は吸熱反応であるため、充電時は内部抵抗によるジュール熱量と上記反応による吸熱量により発熱となるか吸熱となるかが決まる。

【0005】 ところで、NaS電池の構成部材、特にβ-アルミナから成る固体電解質、陽極活物質である硫黄を収納するアルミニウム容器、固体電解質とアルミニウム容器を接合するに際して間に介在させるα-アルミナ製絶縁リング、およびこれらの部材間をシールするガラス接合部、TCB接合部、アルミニウム溶接部等の耐熱性には限界があり、また、化学的活性の高いナトリウム、硫黄、多硫化ナトリウム等と高温で長時間接触すると、腐食や劣化が起こる。したがって、NaS電池の作動温度が一定値を超えることは好ましくない。

【0006】 その一方で、固体電解質たるβ-アルミナに対するナトリウムイオン伝導率、陽極活物質である硫黄およびそれを含浸させるために用いるグラファイトフェルトの導電率は温度が高いほど大きくなり、電池の内部抵抗が小さくなる。したがって、充放電効率の面からは、NaS電池を高温で作動させることが好ましい。また、陽極における活物質の拡散性およびナトリウムと硫黄から多硫化ナトリウムが生成する反応の平衡から見ても、低温では、充電回復性に不利となる。

【0007】 したがって、電池反応により発生する熱の利用と、電池を構成に不可欠な材料の特性および電池を構成するための種々の部材の特性の制約から、NaS電池の運転は280℃～360℃の範囲で行われることが一般的となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、電力事業においては、電力需要の少ない夜間電力を蓄えて、蓄えられた電力を需要の多い昼間に供給する負荷平準化（ロードレベリング）が進められており、具体的には、一日におけるNaS電池の運転は、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなるサイクルを繰り返すことで行われ、さらに、1週間のうち月曜日から金曜日まで平日にNaS電池を充放電運転させ、電力需要が減

少する週末の土曜日と日曜日は待機状態とする、いわゆる週間運転が行われる。さらに、この週間運転においても、NaS電池の稼働に要求される運転出力（放電出力）を状況に応じて一週毎等に変更するといった、運転計画を立てる必要がある。

【0009】 このとき、通常であれば、NaS電池の運転は定格出力において行われるが、必要に応じて、定格出力よりも大きな出力で運転する高出力運転が必要とされる場合、たとえば、夏期の正午過ぎにおける電力需要がピークに達する時間帯におけるピークカット運転等、が想定される。

【0010】 ここで、NaS電池の充電容量は一定であるため、高出力運転を行って放電出力を大きくすると、放電時間が短縮されるが、この大きな放電出力に起因して、電極活物質の反応熱および内部抵抗に起因するジュール熱が大きくなり、電池温度が標準運転（定格出力での運転）の場合よりも急激に上昇することとなる。

【0011】 このような高出力運転にあっても、電池特性が維持される上限温度以下に電池温度が抑えられ、しかも、1運転サイクルが終了して再び次の運転サイクルを開始する時、すなわち放電開始時に至ったときに、電池温度は所定温度に設定されていなければならない。ところが、NaS電池に用いられる真空断熱容器は、通常、定格運転時に必要とされる断熱特性、放熱特性を想定して設計されているために、高出力運転を行った場合の放熱性に対処するにも限界のある場合が多い。

【0012】 また、NaS電池の温度が変化した場合に、その都度、真空断熱容器の真空度を調節することで、放熱特性を制御する方法もあるが、このような運転では、常に運転状態を監視する手間が必要となるうえ、一旦温度が上がり始めてから放熱特性を調節したのでは、温度変化のオーバーシュートに対処できず、所定値以上、或いは所定値以下に電池温度が達してしまう問題があった。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、計画された運転に適した真空断熱容器の放熱性を、NaS電池の運転プログラムに合わせて予め設定しておくことで、効率的に高出力運転に対処することができるNaS電池の温度制御システムを提供することにある。すなわち、本発明によれば、ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、当該ナトリウム-硫黄電池の放電出力と運転サイクルに従って、当該調圧空間の真空度を制御することにより、当該真空断熱容器の放熱性を制御することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システム、が提供される。

【0014】 このような本発明のナトリウム-硫黄電池の温度制御システムにおいては、ナトリウム-硫黄電池

の放電時には調圧空間の真空度を下げた状態とし、充電時には調圧空間の真空度を上げた状態とすることが好ましい。

【0015】 また、上述したナトリウム-硫黄電池の温度制御システムにおいては、ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの第二休止段階終了時における電池温度を、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接させることが好ましい。さらに、1運転サイクルの第二休止段階における温度変化から、その第二休止段階終了時の到達温度を予測し、この到達温度が、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接するように、先の第二休止段階において調圧空間の真空度を調節することもまた、好ましい。

【0016】 なお、本発明のナトリウム-硫黄電池の温度制御システムは、標準運転する場合、もしくは高出力運転する場合、または高出力運転と標準運転とを組み合わせ運転する場合のいずれの場合にも採用される。

【0017】

【発明の実施の形態】 本発明のナトリウム-硫黄電池の運転方法によれば、NaS電池を、定格出力の200%相当といったより大きな出力で運転することが可能となり、特に、電力負荷のピークカットを有効に行うことが可能となる。以下、本発明の実施形態について説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものでない。

【0018】 NaS電池は、図1に示すように、直並列に接続された複数の単電池11が真空断熱容器12に収納されてなるモジュール13から構成され、真空断熱容器12にあっては、真空度の調節が可能な調圧空間14を有する二重壁面構造を有するものが使用される。なお、この調圧空間14は、真空断熱容器12の本体および蓋の両方またはいずれかに設けられる。

【0019】 この調圧空間14の真空度を変化させると、調圧空間14での熱伝達率が変化することで、真空断熱容器12の放熱性が制御され、電池温度が制御されることとなる。ここで、本発明においては、NaS電池の放電出力と運転サイクルに従って、調圧空間14の真空度を制御することにより、真空断熱容器12の放熱性が制御される。以下、この内容について説明する。

【0020】 図2は、標準運転と高出力運転とを行った場合のNaS電池の温度変化の違いを示すグラフである。いずれの場合であっても、電池温度は、放電中に上昇し、放電段階終了時に最も高くなる。ここで、標準運転に比べて高出力運転にあっては、単位時間当たりの電池反応熱やジュール熱が多くなるために、放電開始時と放電終了時の温度差が大きくなる。したがって、高出力運転における放電開始時の電池温度を、標準運転の場合

と同等に設定すると、この大きな温度上昇によってNaS電池を構成する部材等が損傷を受けるおそれが生ずるという問題が生ずる。

【0021】そこで、高出力運転においては、放電段階終了時の電池温度が、電池部材等に損傷を与えず、また、運転効率が良好な状態に維持される340℃程度となるように、放電開始時の電池温度を、標準運転における放電開始時の電池温度よりも低く設定することが好ましい。ここで、この放電開始時の電池温度は、真空断熱容器12からの放熱量に依存して決定される。

【0022】図3は、調圧空間14の真空度を一定とし、真空断熱容器12からの放熱量をそれぞれ異ならしめた場合の運転サイクルにおける電池温度の変化の様子を示したグラフである。図3中の点線で示される運転サイクルにおいては、調圧空間14の真空度が高く、真空断熱容器12の放熱性が低いために、放電終了時の電池温度が高くなり、しかも放電終了後の電池温度の降下も抑制されている。その結果、1運転サイクル終了時の温度、すなわち第二休止段階終了時の温度が、この運転サイクルの放電開始時の温度よりも高くなっている。

【0023】このような状態では、同じパターンの運転サイクルを連続して行う場合に、1運転サイクル終了後、次運転サイクルの開始前に強制的に電池温度を下げるような処理を行わなければ、電池温度の上限維持が不可能となる問題を生ずる。

【0024】これに対し、図3中、一点鎖線で示される運転においては、調圧空間14における真空度が低く、真空断熱容器12の放熱性が高いために、放電段階における電池温度の上昇が抑制され、放電終了後の電池温度の降下も速くなっている。

【0025】このような状態で放置すると、同じパターンの運転サイクルを連続して行う場合には、1運転サイクル終了時の電池温度が次運転サイクルで設定されるべき放電開始温度よりも低くなることとなるので、別途、真空断熱容器12に設けられたヒータ等を用いて、電池温度を放電開始温度に保持する必要が生ずる。こうして、ヒータを使用する分だけ、運転効率が低下することとなる。

【0026】このような事態を回避するために、図3中、実線で示されるように、調圧空間14の真空度をNaS電池の放電出力と運転サイクルに従って適正な状態に設定しておき、真空断熱容器12の放熱性を制御しておくことにより、放電時に電池温度が上がり過ぎることなく、また、放電終了後の電池温度の必要以上の保持もしくは降下が抑えられる。

【0027】こうして、調圧空間14の真空度が適正な条件に制御されていれば、同じパターンの運転サイクルを連続して行う場合に、1運転サイクル終了時の温度を、次運転サイクルの放電段階の開始温度とほぼ一致させることができることから、連続運転による電池温度の

上限維持が容易であり、逆に電池温度を保持するためにヒータを用いる必要もない。したがって、運転効率が最も良好な条件において、NaS電池は運転されることとなる。

【0028】上述した通り、真空断熱容器12における調圧空間14の真空度を制御することで、真空断熱容器12の放熱性が制御され、その結果、NaS電池の1運転サイクル終了時にあたる第二休止段階終了時における電池温度を、次運転サイクルの開始時である放電段階開始時の設定温度に一致または近接させることが可能であるが、ここでさらに、放電段階においては調圧空間14の真空度を下げて放熱性を高めた状態とし、一方、充電段階においては調圧空間14の真空度を上げて断熱性を高めた状態とすると、最も運転効率が高くなる温度付近での運転が可能となり、好ましい。

【0029】このようなNaS電池の温度制御システムによっても、1運転サイクルの第二休止段階終了時における運転温度を、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接させることが可能となる。

【0030】さらに、上述したNaS電池の温度制御システムにおいて、1運転サイクルの第二休止段階におけるNaS電池の温度変化から、その第二休止段階終了時の到達温度を予測し、その到達温度が、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度と一致または近接するように、第二休止段階において調圧空間14の真空度を制御することも、運転効率を高める観点から好ましい。

【0031】なお、上述したNaS電池の温度制御システムは、定格出力に設計されたNaS電池を連続して高出力運転するためだけのものではないというまでもなく、標準運転する場合もしくは高出力運転する場合、または高出力運転と標準運転とを組み合わせ運転する場合のいずれの場合にも、適用することができる。

#### 【0032】

【発明の効果】 上述の通り、本発明のナトリウム-硫黄電池の温度制御システムによれば、電力負荷のピークカットに適應することができる定格出力より大きな出力での運転が可能となり、しかも、ナトリウム-硫黄電池を構成する各部材へ損傷を与えることなく、効率的な運転を行うことができる優れた効果を奏する。また、本発明のナトリウム-硫黄電池の温度制御システムは、標準運転における効率的な運転にも適用できる利点がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ナトリウム-硫黄電池の構造を示す断面図である。

【図2】 ナトリウム-硫黄電池の標準運転および高出力運転における電池温度の変化の様子を示すグラフである。

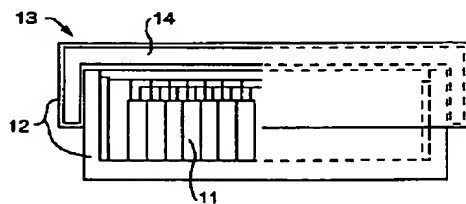
【図3】 本発明のナトリウム-硫黄電池の温度制御シ

システムを用いて高出力運転を行った場合の電池温度の変化の様子を示すグラフである。

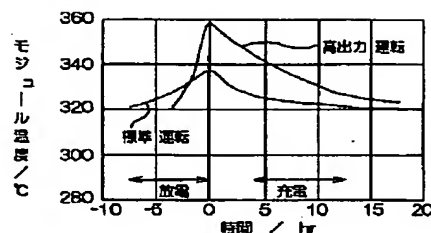
【符号の説明】

11…単電池、12…真空断熱容器、13…モジュール、14…調圧空間。

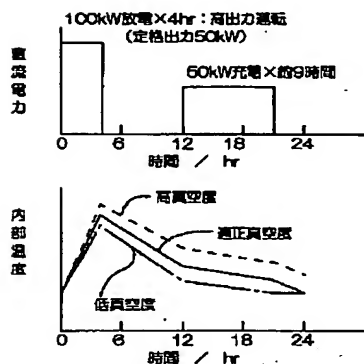
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成11年3月11日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、

当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの第二休止段階終了時における電池温度を、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接させるように、当該ナトリウム-硫黄電池の放電出力と運転サイクルに従って、当該調圧空間の真空度を制御することにより、当該真空断熱容器の放熱性を制御することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御シ

ステム。

【請求項2】 ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、

当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの当該第二休止段階における温度変化から、当該第二休止段階終了時の到達温度を予測し、

当該到達温度が、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接するように、当該第二休止段階において当該調圧空間の真空度を調節することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項3】 当該ナトリウム-硫黄電池の放電時には当該調圧空間の真空度を下げた状態とし、充電時には当該調圧空間の真空度を上げた状態とすることを特徴とする請求項1または2記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【請求項4】 当該ナトリウム-硫黄電池を、標準運転する場合、もしくは高出力運転する場合、または高出力運転と標準運転とを組み合わせ運転する場合に用いることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のナトリウム-硫黄電池の温度制御システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、計画された運転に適した真空断熱容器の放熱性を、NaS電池の運転プログラムに合わせて予め設定しておくことで、効率的に高出力運転に対処することができるNaS電池の温度制御システムを提供することにある。すなわち、本発明によれば、ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの第二休止段階終了時における電池温度を、次の運転

サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接させるように、当該ナトリウム-硫黄電池の放電出力と運転サイクルに従って、当該調圧空間の真空度を制御することにより、当該真空断熱容器の放熱性を制御することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システム、が提供される。また、本発明によれば、ナトリウム-硫黄電池を収納する真空断熱容器が、真空度の調節が可能な調圧空間を有する二重壁面構造を有し、当該ナトリウム-硫黄電池の運転サイクルが、放電段階、第一休止段階、充電段階、第二休止段階からなり、当該ナトリウム-硫黄電池の1運転サイクルの当該第二休止段階における温度変化から、当該第二休止段階終了時の到達温度を予測し、当該到達温度が、次の運転サイクルにおいて要求される放電段階開始時の設定温度に一致または近接するように、当該第二休止段階において当該調圧空間の真空度を調節することを特徴とするナトリウム-硫黄電池の温度制御システム、が提供される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

フロントページの続き

(72)発明者 坂部 哲也

愛知県名古屋市長区大高町字北関山20番地の1  
中部電力株式会社電気利用技術研究所内

(72)発明者 玉越 富夫

愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内